

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Atsushi SADAMOTO, et al.

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: PROTECTION CIRCUIT FOR FUEL CELL AND FUEL CELL WITH THE SAME

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number _____, filed _____, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e):
Application No. _____ Date Filed _____

☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2003-096423	March 31, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. _____ filed _____
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number _____
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. _____ filed _____; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
☐ are submitted herewith
☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

C. Irvin McClelland
Registration Number 21,124

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

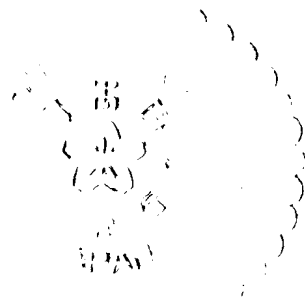
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 3 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 9 6 4 2 3
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 9 6 4 2 3]

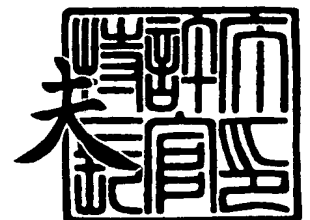
出 願 人 株 式 会 社 東 芝
Applicant(s):



2 0 0 3 年 7 月 1 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 13B031058

【提出日】 平成15年 3月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01M 8/02

【発明の名称】 燃料電池保護回路および燃料電池

【請求項の数】 11

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝
研究開発センター内

【氏名】 貞本 敦史

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝
研究開発センター内

【氏名】 渋谷 信男

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝
研究開発センター内

【氏名】 富松 師浩

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100083806

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 秀和

【電話番号】 03-3504-3075

【選任した代理人】

【識別番号】 100068342

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 保男

【選任した代理人】

【識別番号】 100100712

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦

【選任した代理人】

【識別番号】 100100929

【弁理士】

【氏名又は名称】 川又 澄雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100108707

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 友之

【選任した代理人】

【識別番号】 100095500

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100101247

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 俊一

【選任した代理人】

【識別番号】 100098327

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 俊雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001982

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料電池保護回路および燃料電池

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料電池スタックを構成する多数のセルのうち少なくとも 1 つのセルの電極間の電位差不良を検出する検出手段と、前記検出手段が電位差不良を検出したとき当該電極のバイパス経路を形成するバイパス手段とを備えたことを特徴とする燃料電池保護回路。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の燃料電池保護回路において、前記バイパス手段は、前記電極間に並列に接続され、前記検出手段が電位差不良を検出したとき導通されるスイッチ素子を備えたことを特徴とする燃料電池保護回路。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の燃料電池保護回路において、前記電極が燃料電池スタックの接地電極を含まない場合、前記バイパス手段は、前記スイッチ素子の切り換え用レベル変換ドライバを備えたことを特徴とする燃料電池保護回路。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の燃料電池保護回路において、前記バイパス手段は、前記電極に直列に接続され、前記検出手段が電位差不良を検出したとき遮断される第 1 スwitch素子と、前記電極および前記第 1 スwitch素子の直列回路の両端間に並列に接続され、前記検出手段が電位差不良を検出したとき導通される第 2 スwitch素子とを備えたことを特徴とする燃料電池保護回路。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の燃料電池保護回路において、前記電極が燃料電池スタックの接地電極を含まない場合、前記バイパス手段は、前記第 1 スwitch素子および前記第 2 スwitch素子の切り換え用レベル変換ドライバを備えたことを特徴とする燃料電池保護回路。

【請求項 6】 請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の燃料電池保護回路において、前記電極は単セルのセル電極であることを特徴とする燃料電池保護回路。

【請求項 7】 請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の燃料電池保護回路において、前記電極は任意個数のセルからなる直列セル回路の両端電極であることを特徴とする燃料電池保護回路。

【請求項 8】 請求項 7 に記載の燃料電池保護回路において、前記検出手段

は、前記直列セル回路の各セル電極間の電位差不良をそれぞれ検出する複数の検出手段を備えたことを特徴とする燃料電池保護回路。

【請求項 9】 燃料電池スタックを構成する多数のセルのうち少なくとも 1 つの単セルに、前記単セルのセル電極間の電位差不良を検出する検出手段と、前記検出手段が電位差不良を検出したとき当該セル電極のバイパス経路を形成するバイパス手段とで構成される保護回路を備えたことを特徴とする燃料電池。

【請求項 10】 燃料電池スタックを構成する多数のセルのうち任意個数のセルからなる少なくとも 1 つの直列セル回路に、前記直列セル回路の両端電極間の電位差不良を検出する検出手段と、前記検出手段が電位差不良を検出したとき当該両端電極のバイパス経路を形成するバイパス手段とで構成される保護回路を備えたことを特徴とする燃料電池。

【請求項 11】 燃料電池スタックを構成する多数のセルのうち任意個数のセルからなる少なくとも 1 つの直列セル回路に、前記直列セル回路の各セル電極間の電位差不良をそれぞれ検出する複数の検出手段と、少なくとも 1 つの前記検出手段が電位差不良を検出したとき前記直列セル回路の両端電極のバイパス経路を形成するバイパス手段とで構成される保護回路を備えたことを特徴とする燃料電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば携帯性、可搬性を有する各種の OA 機器や通信機器等に適用可能な燃料電池保護回路および燃料電池に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

図 18 に示すように、一般的な DMFC（ダイレクトメタノール型燃料電池）のセル（単セル）は、中心部分に電解質膜があり、その電解質膜の表裏に触媒層とカーボンペーパーで構成される電極が接合されている。セパレータ（流路板）は表面に流路となる溝が彫られた板状体で、電解質膜および電極を挟み込む。電極には一方の面には燃料（メタノール水溶液）が、他方の面には空気が流路板によ

り供給される。流路板（セパレータ）と電解質膜の間には、燃料および空気の漏れを防ぐためのパッキンが設けられている。また、流路板は導電性のある材質で製作することが一般的で、流路板を通して発電した電力が取り出される。さらに、セルの外側にはセル全体を機械的に締め付ける図示しない締め付け構造が設けられている。実用的な燃料電池は起電力を高めるため、図19に示すようにセルを複数積み重ねてスタック構造にして用いる場合が多い。その場合の締め付け構造はスタック全体を締め付けるように構成される。燃料電池をスタック構造にした場合のセパレータは、隣り合うセルのセパレータを一体化して、構造の簡略化と小型化を図っている。つまり、セパレータの両面に流路となる溝を設け、一方の面には空気を、もう一方の面には燃料が供給される。電流は、隣り合うセルからセパレータを通じて流れる。

【0003】

【特許文献1】

特開2000-67896号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

このように、燃料電池スタックは、基本単位であるセルを電氣的に直列に接続したものである（図20（a）参照）。正常な発電を行っている状態では、スタック全体の電圧は、1セルあたりの電圧にセルの段数をかけたものとはほぼ等しくなる。図20は7段のスタックの例を示しており、1セルあたりの電圧をVとすると、スタックの電圧は正常時で7Vである（図20（b）参照）。

【0005】

しかしながら、例えば一時的な燃料不足等の原因によって、燃料電池スタックの電氣的に直列に接続された一部のセルで発電不良が生じると、この発電不良の生じた異常なセルは他の正常なセルに対して抵抗として作用するため、全体の電圧は $6V - IR$ となる（図20（c）参照）。燃料不足等の原因が瞬時に解消されて異常なセルが正常なセルに復帰する場合もあるが、そうでないときは、異常セルでは電極間の電位差が正常時の逆になる（転極する）ため、MEA（膜・電極接合体）が破損してしまい、このように極性が転極することで一度破損したセ

ルは、他の正常なセルに対して負荷になりつづけ、結果的にスタック全体の起電力を低下させることが避けられないという問題があった。

【0006】

本発明の課題は、上記従来のものもつ問題点を排除して、異常が起きたセルの電極に対してバイパス経路を形成することで、スタックの電流をバイパスさせて異常セルを転極から保護することができ、それによりMEA（膜・電極接合体）の破損を防ぐことのできる燃料電池保護回路および燃料電池を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記課題を解決するものであって、請求項1に係る発明は、燃料電池スタックを構成する多数のセルのうち少なくとも1つのセルの電極間の電位差不良を検出する検出手段と、前記検出手段が電位差不良を検出したとき当該電極のバイパス経路を形成するバイパス手段とを備えた燃料電池保護回路である。

【0008】

請求項2に係る発明は、請求項1に記載の燃料電池保護回路において、前記バイパス手段は、前記電極間に並列に接続され、前記検出手段が電位差不良を検出したとき導通されるスイッチ素子を備えた構成である。

【0009】

請求項3に係る発明は、請求項2に記載の燃料電池保護回路において、前記電極が燃料電池スタックの接地電極を含まない場合、前記バイパス手段は、前記スイッチ素子の切り換え用レベル変換ドライバを備えた構成である。

【0010】

請求項4に係る発明は、請求項1に記載の燃料電池保護回路において、前記バイパス手段は、前記電極に直列に接続され、前記検出手段が電位差不良を検出したとき遮断される第1スイッチ素子と、前記電極および前記第1スイッチ素子の直列回路の両端間に並列に接続され、前記検出手段が電位差不良を検出したとき導通される第2スイッチ素子とを備えた構成である。

【0011】

請求項 5 に係る発明は、請求項 4 に記載の燃料電池保護回路において、前記電極が燃料電池スタックの接地電極を含まない場合、前記バイパス手段は、前記第 1 スイッチ素子および前記第 2 スイッチ素子の切り換え用レベル変換ドライバを備えた構成である。

【0012】

請求項 6 に係る発明は、請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の燃料電池保護回路において、前記電極は単セルのセル電極である。

【0013】

請求項 7 に係る発明は、請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の燃料電池保護回路において、前記電極は任意個数のセルからなる直列セル回路の両端電極である。

【0014】

請求項 8 に係る発明は、請求項 7 に記載の燃料電池保護回路において、前記検出手段は、前記直列セル回路の各セル電極間の電位差不良をそれぞれ検出する複数の検出手段を備えた構成である。

【0015】

請求項 9 に係る発明は、燃料電池スタックを構成する多数のセルのうち少なくとも 1 つの単セルに、前記単セルのセル電極間の電位差不良を検出する検出手段と、前記検出手段が電位差不良を検出したとき当該セル電極のバイパス経路を形成するバイパス手段とで構成される保護回路を備えた燃料電池である。

【0016】

請求項 10 に係る発明は、燃料電池スタックを構成する多数のセルのうち任意個数のセルからなる少なくとも 1 つの直列セル回路に、前記直列セル回路の両端電極間の電位差不良を検出する検出手段と、前記検出手段が電位差不良を検出したとき当該両端電極のバイパス経路を形成するバイパス手段とで構成される保護回路を備えた燃料電池である。

【0017】

請求項 11 に係る発明は、燃料電池スタックを構成する多数のセルのうち任意個数のセルからなる少なくとも 1 つの直列セル回路に、前記直列セル回路の各セル電極間の電位差不良をそれぞれ検出する複数の検出手段と、少なくとも 1 つの

前記検出手段が電位差不良を検出したとき前記直列セル回路の両端電極のバイパス経路を形成するバイパス手段とで構成される保護回路を備えた燃料電池である。

【0018】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態を、図面を参照して説明する。

図1は、本発明による燃料電池保護回路の一実施の形態を示す概略的構成図であり、図1(a)に示す燃料電池保護回路10(10a)は、燃料電池スタックを構成する多数のセルC、C、…のうち少なくとも1つの単セルCaのセル電極間の電位差不良を検出する検出手段20(20a)と、検出手段20(20a)が電位差不良を検出したときそのセル電極のバイパス経路を形成するバイパス手段30(30a)とを備えたものであり、これらの検出手段20(20a)およびバイパス手段30(30a)は、システムコントローラ40(40a)の制御機能によって制御される。この燃料電池保護回路10(10a)においてバイパス経路の形成は、単セルCaのセル電極間を短絡させることによって行う。

【0019】

また、図1(b)に示す燃料電池保護回路10(10b)は、燃料電池スタックを構成する多数のセルC、C、…のうち任意個数のセルCb₁、Cb₂、…、Cb_nからなる少なくとも1つの直列セル回路Bの両端電極間の電位差不良を検出する検出手段20(20b)と、検出手段20(20b)が電位差不良を検出したときその両端電極のバイパス経路を形成するバイパス手段30(30b)とを備えたものであり、これらの検出手段20(20b)およびバイパス手段30(30b)は、システムコントローラ40(40b)の制御機能によって制御される。この燃料電池保護回路10(10b)においてバイパス経路の形成は、直列セル回路Bの両端電極間を短絡させることによって行う。

【0020】

また、図1(c)に示す燃料電池保護回路10(10c)は、燃料電池スタックを構成する多数のセルC、C、…のうち任意個数のセルCc₁、Cc₂、…、Cc_nからなる少なくとも1つの直列セル回路Bにおいて、各セル電極間の電位

差不良をそれぞれ検出する複数の検出手段 20 (20c₁ ~ 20c_n) と、少なくとも 1 つの検出手段 20 (20c) が電位差不良を検出したとき直列セル回路 B の両端電極のバイパス経路を形成するバイパス手段 30 (30c) とを備えたものであり、これらの検出手段 20 (20c) およびバイパス手段 30 (30c) は、システムコントローラ 40 (40c) の制御機能によって制御される。この燃料電池保護回路 10 (10c) においてバイパス経路の形成は、直列セル回路 B の両端電極間を短絡させることによって行う。

【0021】

図 2 は、本発明による燃料電池保護回路の他の実施の形態を示す概略的構成図であり、図 2 (d) に示す燃料電池保護回路 10 (10d) は、燃料電池スタックを構成する多数のセル C, C, ... のうち少なくとも 1 つの単セル C_d のセル電極間の電位差不良を検出する検出手段 20 (20d) と、検出手段 20 (20d) が電位差不良を検出したときそのセル電極のバイパス経路を形成するバイパス手段 30 (30d) とを備えたものであり、これらの検出手段 20 (20d) およびバイパス手段 30 (30d) は、システムコントローラ 40 (40d) の制御機能によって制御される。この燃料電池保護回路 10 (10d) においてバイパス経路の形成は、単セル C_d を燃料電池スタックから電氣的に切り離すことによって行う。

【0022】

また、図 2 (e) に示す燃料電池保護回路 10 (10e) は、燃料電池スタックを構成する多数のセル C, C, ... のうち任意個数のセル C_{e1}, C_{e2}, ..., C_{en} からなる少なくとも 1 つの直列セル回路 B の両端電極間の電位差不良を検出する検出手段 20 (20e) と、検出手段 20 (20e) が電位差不良を検出したときその両端電極のバイパス経路を形成するバイパス手段 30 (30e) とを備えたものであり、これらの検出手段 20 (20e) およびバイパス手段 30 (30e) は、システムコントローラ 40 (40e) の制御機能によって制御される。この燃料電池保護回路 10 (10e) においてバイパス経路の形成は、直列セル回路 B を燃料電池スタックから電氣的に切り離すことによって行う。

【0023】

また、図 2 (f) に示す燃料電池保護回路 10 (10f) は、燃料電池スタックを構成する多数のセル C、C、…のうち任意個数のセル C_{f1}、C_{f2}、…、C_{fn} からなる少なくとも 1 つの直列セル回路 B において、各セル電極間の電位差不良をそれぞれ検出する複数の検出手段 20 (20f₁ ~ 20f_n) と、少なくとも 1 つの検出手段 20 (20f) が電位差不良を検出したとき直列セル回路 B の両端電極のバイパス経路を形成するバイパス手段 30 (30f) とを備えたものであり、これらの検出手段 20 (20f) およびバイパス手段 30 (30f) は、システムコントローラ 40 (40f) の制御機能によって制御される。この燃料電池保護回路 10 (10f) においてバイパス経路の形成は、直列セル回路 B を燃料電池スタックから電氣的に切り離すことによって行う。

【0024】

図 1、図 2 には詳細に図示していないが、検出手段 20 は、単セル C のセル電極間または直列セル回路 B の両端電極間の電位差が、あらかじめ設定したしきい値を下回ったとき、発電不良（電位差不良）であることを検出するものである。また、検出手段 20 は少なくとも、単セル C が転極（セル電極の極性が反転）したとき、発電不良（電位差不良）であることを検出するものである。そのため、検出手段 20 は、少なくとも転極による発電不良（電位差不良）検出機能を有し、好ましくは電位差がしきい値を下回ることによる発電不良（電位差不良）検出機能を有する。

【0025】

また、図 1 には詳細に図示していないが、バイパス手段 30 は、検出手段 20 が電位差不良を検出したとき、その単セル C のセル電極間または直列セル回路 B の両端電極間を短絡させるものである。そのため、バイパス手段 30 は、単セル C のセル電極間または直列セル回路 B の両端電極間に並列に接続されたスイッチング回路を備え、正常時はこのスイッチング回路を開いておき、異常（電位差不良）時にこのスイッチング回路を閉じる機能を有する。

【0026】

また、図 2 には詳細に図示していないが、バイパス手段 30 は、検出手段 20 が電位差不良を検出したとき、その単セル C または直列セル回路 B を燃料電池スタ

ックから電氣的に切り離すものである。そのため、バイパス手段30は、単セルCのセル電極または直列セル回路Bの両端電極に直列に接続された第1スイッチング回路と、単セルCまたは直列セル回路Bと第1スイッチング回路との直列回路の両端間に並列に接続された第2スイッチング回路とを備え、正常時は第1スイッチング回路を閉じておくとともに第2スイッチング回路を開いておき、異常（電位差不良）時に第1スイッチング回路を開くとともに第2スイッチング回路を閉じる機能を有する。

【0027】

図3は、燃料電池保護回路10の第1の例を示す回路図であり、この燃料電池保護回路11は、異常が生じたセルのセル電極間を短絡させることで、MEAの保護を図るものである。

【0028】

この燃料電池保護回路11において、検出手段20は、単セルCのセル電極間に接続されてその転極検出機能を有するコンパレータIC21で構成される。また、バイパス手段30は、単セルCのセル電極間に並列に接続されたPチャネルのパワーFETスイッチ素子31と、パワーFETスイッチ素子31の切り換え用レベル変換ドライバ32とで構成される。レベル変換ドライバ32は、両電極とも正の電位にあるセル電極間を短絡させるパワーFETスイッチ素子31をオン／オフさせるためのものであり、PチャネルのFETスイッチ素子32aおよびNチャネルのFETスイッチ素子32bを備える。これにより、この燃料電池保護回路11は、燃料電池スタック中のどのセルCにも接続して用いることができる。また、システムコントローラ40は、制御用マイクロコントローラ41で構成される。

【0029】

この燃料電池保護回路11は、単セルCが転極すると、コンパレータIC21がそれを検出して、制御用マイクロコントローラ41のINへロジックレベルの検出出力を伝える。制御用マイクロコントローラ41は、コンパレータIC21からINへの検出出力を受けて、OUTの出力レベルをハイ（High）からロー（Low）へ切り換える。このOUTの出力レベルの切り換えによって、レベル変換

ドライバ32の各FETスイッチ素子32a, 32bがいずれもオンし、パワーFETスイッチ素子31が低インピーダンスでオン（導通）することで単セルCのセル電極間を短絡し、燃料電池スタックの電流をパワーFETスイッチ素子31を通してバイパスさせる。

【0030】

図4は、燃料電池保護回路10の第2の例を示す回路図であり、この場合の単セルCは、一方の電極が燃料電池スタックの接地電極（GND）となっている。そのため、この燃料電池保護回路12において、バイパス手段30は、単セルCのセル電極間に並列に接続されたパワーFETスイッチ素子（この場合はNチャネル）31を備えるが、図3に示す燃料電池保護回路11のような切り換え用レベル変換ドライバ32は不要であり、それだけ燃料電池保護回路11よりも簡単な構成である。検出手段20はコンパレータIC21で構成され、また、システムコントローラ40は制御用マイクロコントローラ41で構成される。

【0031】

この燃料電池保護回路11は、単セルCが転極すると、コンパレータIC21がそれを検出して、制御用マイクロコントローラ41のINへロジックレベルの検出出力を伝える。制御用マイクロコントローラ41は、コンパレータIC21からINへの検出出力を受けて、OUTの出力レベルをハイ（High）からロー（Low）へ切り換える。このOUTの出力レベルの切り換えによって、パワーFETスイッチ素子31が低インピーダンスでオン（導通）することで単セルCのセル電極間を短絡し、燃料電池スタックの電流をパワーFETスイッチ素子31を通してバイパスさせる。

【0032】

図5は、図3に示す燃料電池保護回路11または図4に示す燃料電池保護回路12を用いた燃料電池システムのフローチャートを示す。この燃料電池システムに用いる燃料電池保護回路11または12の場合、検出手段20が、転極による発電不良（電位差不良）検出機能を有するだけでなく、電位差があらかじめ設定したしきい値を下回ることによる発電不良（電位差不良）検出機能を有するものとする。

【0033】

このフローチャートは燃料電池保護回路 11, 12 に関する部分だけを示したもので、燃料電池システムを運転するための他の処理については図示していない。実際には、図示した処理が燃料電池システムの制御ループに挿入され、例えば数秒程度の制御周期に従って運転中に繰り返し実行されるものである。また、図示していない処理には、1つの燃料電池に複数の保護回路 11 または 12 を設置した場合のスキャンニングも含まれる。

【0034】

図5に示すように、まず、保護回路 11 または 12 を設置した単セル C のセル電極間の電位差が、あらかじめ設定したしきい値の電圧よりも大きいか否かを判定する（ステップ S 11）。電位差がしきい値よりも大きければ（ステップ S 11 の YES）正常と判定し、一定時間（T 1 時間）経過後（ステップ S 12）に次の処理に移る。

【0035】

単セル C のセル電極間の電位差がしきい値を下回った場合（ステップ S 11 の NO）は、その単セル C の発電の異常と判定し、バイパス回路を短絡させる（ステップ S 13）。一定時間（T 2 時間）経過後（ステップ S 14）にバイパス回路を開放させ（ステップ S 15）、さらに一定時間（T 3 時間）経過後（ステップ S 16）、セル電極間の電位差をしきい値の電圧と比較して正常・異常の判定をする（ステップ S 17）。

【0036】

このとき、単セル C のセル電極間の電位差がしきい値の電圧よりも大きければ（ステップ S 17 の YES）、その単セル C の発電不良が回復したものとみなし、一定時間（T 1 時間）経過後（ステップ S 12）に次の処理に移る。

【0037】

これに対し、単セル C のセル電極間の電位差がしきい値を下回ったままの場合（ステップ S 17 の NO）には、再びステップ S 13 に戻ってバイパス回路を短絡させる。単一の燃料電池保護回路 11 または 12 において、ステップ S 17 からステップ S 13 への循環が例えば数回繰り返されたときは、その単セル C の発

電不良は当面回復しないものとみなして、その単セルCのバイパス回路を短絡させた状態（ステップS13）に保持することが可能である。また、燃料電池を構成する多数のセルC、C、…の例えば全数に保護回路11または12を設置した場合、全数のうち例えば1/3のセルC、C、…がステップS17からステップS13への循環を例えば数回繰り返したときは、その燃料電池の寿命が尽きたものとみなして、燃料電池システムを寿命停止させることが可能である。

【0038】

図6は、処理を簡略化したフローチャートを示す。これは異常セルを短絡したあと、復帰の処理を行わないケースである。短絡により、燃料電池スタックの電圧は低下するが、異常セルの破損（MEAの破損）は防止できるので、次回に燃料電池を使用する場合に、異常セルの短絡を開放し復帰させることができる。

【0039】

図7は、燃料電池保護回路10の第3の例を示す回路図であり、この燃料電池保護回路13は、異常が生じたセルのセル電極間を短絡させるのではなく、異常セル自体を燃料電池スタックから電氣的に切り離すことで、MEAの保護を図るものである。

【0040】

この燃料電池保護回路13において、検出手段20は、単セルCのセル電極間に接続されてその転極検出機能を有するコンパレータIC21で構成される。また、バイパス手段30は、単セルCのセル電極に直列に接続されたPチャネルのパワーFETスイッチ素子33と、このパワーFETスイッチ素子33の切り換え用レベル変換ドライバ34と、単セルCのセル電極およびパワーFETスイッチ素子33の直列回路の両端間に並列に接続されたPチャネルのパワーFETスイッチ素子35と、このパワーFETスイッチ素子35の切り換え用レベル変換ドライバ36とで構成される。レベル変換ドライバ34、36は、ドレイン、ソースとも正の電位にあるパワーFETスイッチ素子33、35をオン／オフさせるためのものであり、レベル変換ドライバ34は、NチャネルのFETスイッチ素子34a、PチャネルのFETスイッチ素子34bおよびNチャネルのFETスイッチ素子34cを備え、また、レベル変換ドライバ36は、PチャネルのF

E Tスイッチ素子 36 a および Nチャネルの F E Tスイッチ素子 36 b を備える。これにより、この燃料電池保護回路 13 は、燃料電池スタック中のどのセル C にも接続して用いることができる。また、システムコントローラ 40 は、制御用マイクロコントローラ 41 で構成される。

【0041】

この燃料電池保護回路 13 は、単セル C が転極すると、コンパレータ I C 21 がそれを検出して、制御用マイクロコントローラ 41 の I Nヘロジックレベルの検出出力を伝える。制御用マイクロコントローラ 41 は、コンパレータ I C 21 から I Nへの検出出力を受けて、O U Tの出力レベルをハイ (High) からロー (Low) へ切り換える。この O U Tの出力レベルの切り換えによって、レベル変換ドライバ 34 の各 F E Tスイッチ素子 34 a, 34 b, 34 c がいずれもオフし、パワー F E Tスイッチ素子 33 がオフ (遮断) する一方、レベル変換ドライバ 36 の各 F E Tスイッチ素子 36 a, 36 b がいずれもオンし、パワー F E Tスイッチ素子 35 が低インピーダンスでオン (導通) することで、単セル C を燃料電池スタックから電氣的に切り離すとともに、燃料電池スタックの電流をパワー F E Tスイッチ素子 35 を通してバイパスさせる。

【0042】

図 8 は、燃料電池保護回路 10 の第 4 の例を示す回路図であり、この燃料電池保護回路 14 は、セルの片側の電極が G N Dレベルであるときに適用できるものである。そのため、この燃料電池保護回路 14 は、片側の電極が G N Dレベルである端部のセルが異常を示した際に、2 番目のセルの電極を新たなスタックの G N D側端部電極として使用するための切換スイッチの作用をするものである。

【0043】

図 9 は、図 7 に示す燃料電池保護回路 13 または図 8 に示す燃料電池保護回路 14 を用いた燃料電池システムのフローチャートを示す。この燃料電池システムに用いる燃料電池保護回路 13 または 14 の場合も、図 5 に示すフローチャートと同様に、検出手段 20 が、転極による発電不良 (電位差不良) 検出機能を有するだけでなく、電位差があらかじめ設定したしきい値を下回ることによる発電不良 (電位差不良) 検出機能を有するものとする。

【0044】

図9に示すように、まず、保護回路13または14を設置した単セルCのセル電極間の電位差が、あらかじめ設定したしきい値の電圧よりも大きいか否かを判定する(ステップS21)。電位差がしきい値よりも大きければ(ステップS21のYES)正常と判定し、一定時間(T1時間)経過後(ステップS22)に次の処理に移る。

【0045】

単セルCのセル電極間の電位差がしきい値を下回った場合(ステップS21のNO)は、その単セルCの発電の異常と判定し、バイパス回路の入力レベル(OUT1の出力レベル)をハイ(High)からロー(Low)へ切り換える(ステップS23)。一定時間(T2時間)経過後(ステップS24)に、バイパス回路の入力レベル(OUT1の出力レベル)をロー(Low)からハイ(High)へ切り換え(ステップS25)、さらに一定時間(T3時間)経過後(ステップS26)、セル電極間の電位差をしきい値の電圧と比較して正常・異常の判定をする(ステップS27)。

【0046】

このとき、単セルCのセル電極間の電位差がしきい値の電圧よりも大きければ(ステップS27のYES)、その単セルCの発電不良が回復したものとみなし、一定時間(T1時間)経過後(ステップS22)に次の処理に移る。

【0047】

これに対し、単セルCのセル電極間の電位差がしきい値を下回ったままの場合(ステップS27のNO)には、再びステップS23に戻ってバイパス回路の入力レベルをハイ(High)からロー(Low)へ切り換える。単一の燃料電池保護回路13または14において、ステップS27からステップS23への循環が例えば数回繰り返されたときは、その単セルCの発電不良は当面回復しないものとみなして、その単セルCのバイパス回路の入力レベルをロー(Low)状態(ステップS23)に保持することが可能である。また、燃料電池を構成する多数のセルC, C, …の例えば全数に保護回路13または14を設置した場合、全数のうち例えば1/3のセルC, C, …がステップS27からステップS23への循環を

例えば数回繰り返したときは、その燃料電池の寿命が尽きたものとみなして、燃料電池システムを寿命停止させることが可能である。

【0048】

以上4種類の燃料電池保護回路11～14のうち、図3に示す燃料電池保護回路11および図4に示す燃料電池保護回路12は、異常が生じたセルのセル電極間を短絡させるものであるため、燃料電池スタックの構造として、図10(a)に示すように、セパレータ(図10(b)参照)の両面に流路が設けられ、隣り合うセルのセパレータを構造的にも電氣的にも兼用するような構造のバイポーラ型スタックに適用することができる。

【0049】

この場合、中間セルの電位検出および電流の取り出しは、セパレータ端部にリード線を取り付けて行う(図10(a)参照)。電流取り出しの際には、リード線とセパレータ間の抵抗による電圧降下がセル電圧に対し無視できない程大きくなる場合があるので、接続の抵抗はなるべく小さくする必要がある。そこで、セパレータの薄型化にともない、セパレータ端部の面積が小さくなり、リード線との接触面積が十分に確保できない場合には、図10(c)に示すように、セパレータを互い違いにずらして積層し、張り出したセパレータの端部に、図10(d)に示すように、クリップ状の金具を取り付けこの金具にリード線を取り付けることが有効である。

【0050】

一方、図7に示す燃料電池保護回路13および図8に示す燃料電池保護回路14は、異常セル自体を燃料電池スタックから電氣的に切り離すものであるため、燃料電池スタックの構造として、図11(a)に示すように、セパレータ(図11(b)参照)の片面にのみ流路が設けられ、セルの1つ1つが電氣的に絶縁されている構造のモノポーラ型スタックにする必要がある。但し、スタックの端部セルには図10の構造であっても適用できる。

【0051】

図12～図17は上記のような燃料電池保護回路を備えた燃料電池の各実施の形態を示す概略的構成図である。

【0052】

図12は燃料電池の第1の実施の形態を示す概略的構成図であり、この燃料電池110は、図12(a)に示すように、燃料電池スタックを構成するn個のセルのうち、マイナス側端部電極の単セルC₁だけに燃料電池保護回路11を備えた構成とすることができる。また、この燃料電池110は、図12(b)に示すように、燃料電池スタックを構成するn個のセルのうち、マイナス側端部電極の単セルC₁から数えて任意のm個のセルC₁～C_mに燃料電池保護回路11をそれぞれ備えた構成とすることもできる。さらに、この燃料電池110は、図12(c)に示すように、燃料電池スタックを構成するn個全部のセルC₁～C_nに燃料電池保護回路11をそれぞれ備えた構成とすることも可能である。

【0053】

図13は燃料電池の第2の実施の形態を示す概略的構成図であり、この燃料電池120は、図13(a)に示すように、燃料電池スタックを構成するn個のセルのうち、接地電極の単セルC₁だけに燃料電池保護回路12を備えた構成とすることができる。また、この燃料電池120は、図13(b)に示すように、燃料電池スタックを構成するn個のセルのうち、接地電極の単セルC₁にだけ燃料電池保護回路12を備え、2個目から任意のm個目までの(m-1)個のセルC₂～C_mに燃料電池保護回路11をそれぞれ備えた構成とすることもできる。さらに、この燃料電池120は、図13(c)に示すように、燃料電池スタックを構成するn個のセルのうち、接地電極の単セルC₁にだけ燃料電池保護回路12を備え、残り全部のセルC₂～C_nに燃料電池保護回路11をそれぞれ備えた構成とすることも可能である。

【0054】

図14は燃料電池の第3の実施の形態を示す概略的構成図であり、この燃料電池130は、図14(a)に示すように、燃料電池スタックを構成するn個のセルのうち、マイナス側端部電極の単セルC₁だけに燃料電池保護回路13を備えた構成とすることができる。また、この燃料電池130は、図14(b)に示すように、燃料電池スタックを構成するn個のセルのうち、マイナス側端部電極の単セルC₁にだけ燃料電池保護回路13を備え、2個目から任意のm個目までの

($m-1$) 個のセル $C_2 \sim C_m$ に燃料電池保護回路 11 をそれぞれ備えた構成とすることもできる。さらに、この燃料電池 130 は、図 14 (c) に示すように、燃料電池スタックを構成する n 個のセルのうち、マイナス側端部電極の単セル C_1 にだけ燃料電池保護回路 13 を備え、残り全部のセル $C_2 \sim C_n$ に燃料電池保護回路 11 をそれぞれ備えた構成とすることも可能である。

【0055】

図 15 は燃料電池の第 4 の実施の形態を示す概略的構成図であり、この燃料電池 140 は、図 15 (a) に示すように、燃料電池スタックを構成する n 個のセルのうち、接地電極の単セル C_1 だけに燃料電池保護回路 14 を備えた構成とすることができる。また、この燃料電池 140 は、図 15 (b) に示すように、燃料電池スタックを構成する n 個のセルのうち、接地電極の単セル C_1 にだけ燃料電池保護回路 14 を備え、2 個目から任意の m 個目までの ($m-1$) 個のセル $C_2 \sim C_m$ に燃料電池保護回路 11 をそれぞれ備えた構成とすることもできる。さらに、この燃料電池 140 は、図 15 (c) に示すように、燃料電池スタックを構成する n 個のセルのうち、接地電極の単セル C_1 にだけ燃料電池保護回路 14 を備え、残り全部のセル $C_2 \sim C_n$ に燃料電池保護回路 11 をそれぞれ備えた構成とすることも可能である。

【0056】

これらの燃料電池 110, 120, 130, 140 はいずれも、マイナス側端部電極または接地電極の単セル C_1 以外のセルについては、電位差不良が生じたときそのセル電極間を短絡させるものであるため、図 10 (a) に示すようなバイポーラ型スタックを用いて構成することが可能である。

【0057】

図 16 は燃料電池の第 5 の実施の形態を示す概略的構成図であり、この燃料電池 150 は、図 16 (a) に示すように、燃料電池スタックを構成する n 個のセルのうち、マイナス側端部電極の単セル C_1 だけに燃料電池保護回路 13 を備えた構成とすることができる。また、この燃料電池 150 は、図 16 (b) に示すように、燃料電池スタックを構成する n 個のセルのうち、マイナス側端部電極の単セル C_1 から数えて任意の m 個のセル $C_1 \sim C_m$ に燃料電池保護回路 13 をそ

れぞれ備えた構成とすることもできる。さらに、この燃料電池 150 は、図 16 (c) に示すように、燃料電池スタックを構成する n 個全部のセル $C_1 \sim C_n$ に燃料電池保護回路 13 をそれぞれ備えた構成とすることも可能である。

【0058】

図 17 は燃料電池の第 6 の実施の形態を示す概略的構成図であり、この燃料電池 160 は、図 17 (a) に示すように、燃料電池スタックを構成する n 個のセルのうち、接地電極の単セル C_1 だけに燃料電池保護回路 14 を備えた構成とすることができる。また、この燃料電池 160 は、図 17 (b) に示すように、燃料電池スタックを構成する n 個のセルのうち、接地電極の単セル C_1 にだけ燃料電池保護回路 14 を備え、2 個目から任意の m 個目までの $(m-1)$ 個のセル $C_2 \sim C_m$ に燃料電池保護回路 13 をそれぞれ備えた構成とすることもできる。さらに、この燃料電池 160 は、図 17 (c) に示すように、燃料電池スタックを構成する n 個のセルのうち、接地電極の単セル C_1 にだけ燃料電池保護回路 14 を備え、残り全部のセル $C_2 \sim C_n$ に燃料電池保護回路 13 をそれぞれ備えた構成とすることも可能である。

【0059】

これらの燃料電池 150, 160 はいずれも、各セルについて、電位差不良が生じたときそのセル C を燃料電池スタックから電氣的に切り離すものであるため、図 11 (a) に示すようなモノポーラ型スタックを用いて構成することが必要である。

【0060】

これらの燃料電池 110 ~ 160 において、MEA が水平になるようにスタックを設置した場合、図 10 (a)、11 (a) に示すように、MEA の上面をアノード極、下面をカソード極とする配置が、出力の安定化のために望ましい。但し、上下逆に配置すると発電できない訳ではない。

【0061】

このように、MEA が水平になるようにスタックを設置した場合、上部セルに転極の生じる可能性が高い。すなわち、転極はスタックのどのセルにおいても同じ確率で生じる訳ではないが、MEA が水平になるようにスタックを設置した場

合は、上部セルが燃料不足により転極の生じる可能性が高い。したがって、製品寿命やコストを考慮すると、必ずしも全てのセルに燃料電池保護回路を設置する必要はない。MEAが水平で、かつ上面をアノード極、下面をカソード極として配置した場合、スタックの上端部はマイナス極となるが、このマイナス極が接地電極である場合、転極の起こりやすい一番上のセルのみに燃料電池保護回路を設置するものとすれば、図4に示す燃料電池保護回路12や図8に示す燃料電池保護回路14が適用できる。

【0062】

なお、燃料電池保護回路は数セルにまたがって設けてもよい。また、燃料電池保護回路で切り離すセルは複数あってもよい。その際、端部から連続したセルが切り離されるような構成とした場合、回路が動作した場合のスタック電圧の低下幅が大きくなるが、コスト的に有利になるので、燃料電池システムの電圧の低下が問題無い範囲である場合は十分選択される可能性のある構成である。

【0063】

【発明の効果】

以上の説明から理解されるように、本発明によれば、異常が起きたセルの電極に対してバイパス経路を形成することで、スタックの電流をバイパスさせて異常セルを転極から保護することができ、それによりMEA（膜・電極接合体）の破損を防ぐことができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明による燃料電池保護回路の一実施の形態を示す概略的構成図である。

【図2】

本発明による燃料電池保護回路の他の実施の形態を示す概略的構成図である。

【図3】

燃料電池保護回路の第1の例を示す回路図である。

【図4】

燃料電池保護回路の第2の例を示す回路図である。

【図5】

図3または図4の燃料電池保護回路の処理動作を示すフローチャートである。

【図6】

図5に比べて処理動作を簡略化したフローチャートである。

【図7】

燃料電池保護回路の第3の例を示す回路図である。

【図8】

燃料電池保護回路の第4の例を示す回路図である。

【図9】

図7または図8の燃料電池保護回路の処理動作を示すフローチャートである。

【図10】

バイポーラ型スタックの構造とセパレータの断面を示す説明図である。

【図11】

モノポーラ型スタックの構造とセパレータの断面を示す説明図である。

【図12】

本発明による燃料電池の第1の実施の形態を示す概略的構成図である。

【図13】

本発明による燃料電池の第2の実施の形態を示す概略的構成図である。

【図14】

本発明による燃料電池の第3の実施の形態を示す概略的構成図である。

【図15】

本発明による燃料電池の第4の実施の形態を示す概略的構成図である。

【図16】

本発明による燃料電池の第5の実施の形態を示す概略的構成図である。

【図17】

本発明による燃料電池の第6の実施の形態を示す概略的構成図である。

【図18】

一般的な燃料電池（DMFC）のセル構造を示す説明図である。

【図19】

燃料電池スタックの構造を示す説明図である。

【図 20】

燃料電池スタックの発電不良にともなう電位差不良を示す説明図である。

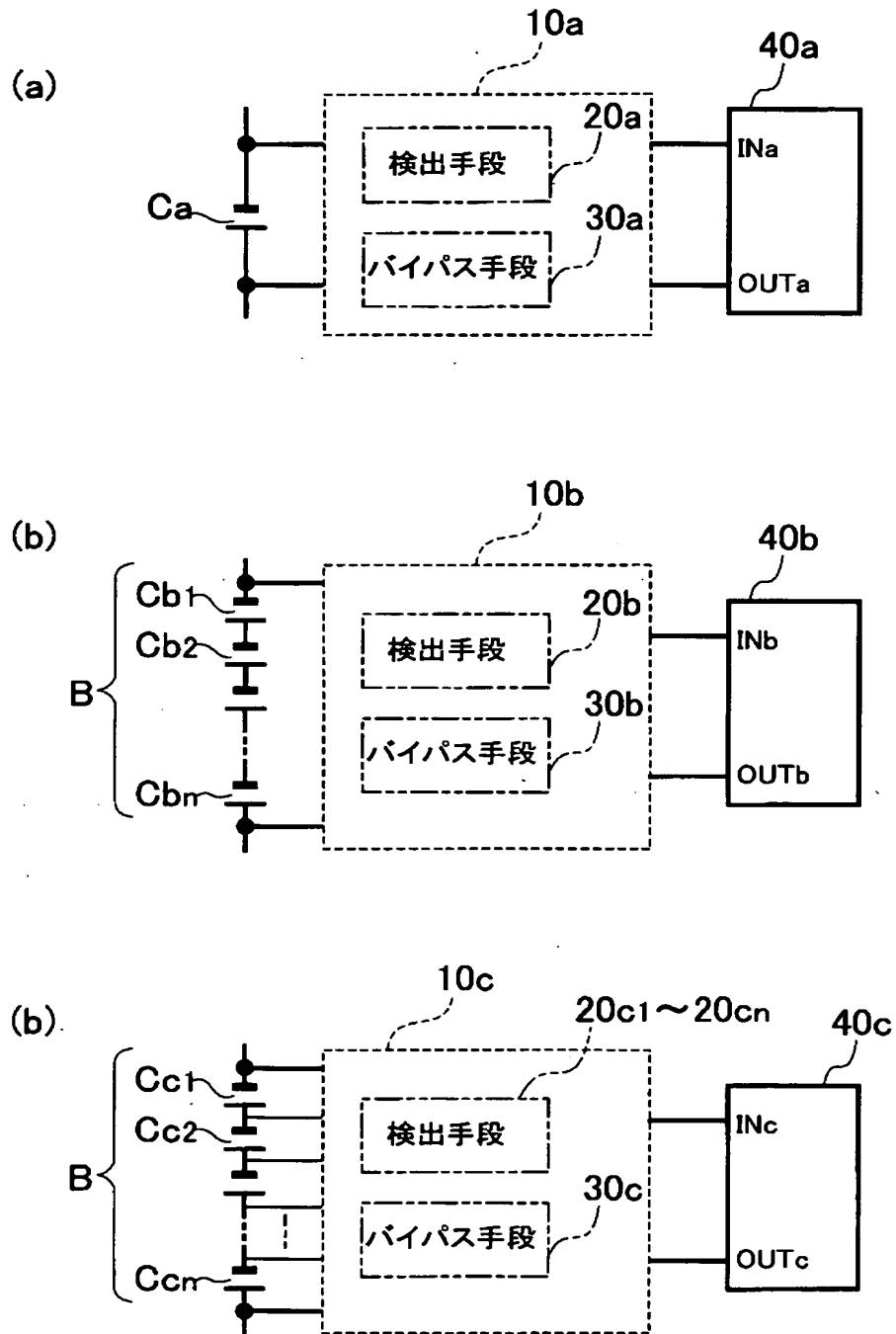
【符号の説明】

- 10 (10a～10f), 11, 12, 13, 14 燃料電池保護回路
- 20 (20a～20f) 検出手段
- 21 コンパレータ IC
- 30 (30a～30f) バイパス手段
- 31, 33, 35 パワー FET スイッチ素子
- 32, 34, 36 レベル変換ドライバ
- 32a, 32b, 34a, 34b, 34c, 36a, 36b FET スイッチ素子
- 40 (40a～40f) システムコントローラ
- 41 制御用マイクロコントローラ
- 110, 120, 130, 140, 150, 160 燃料電池

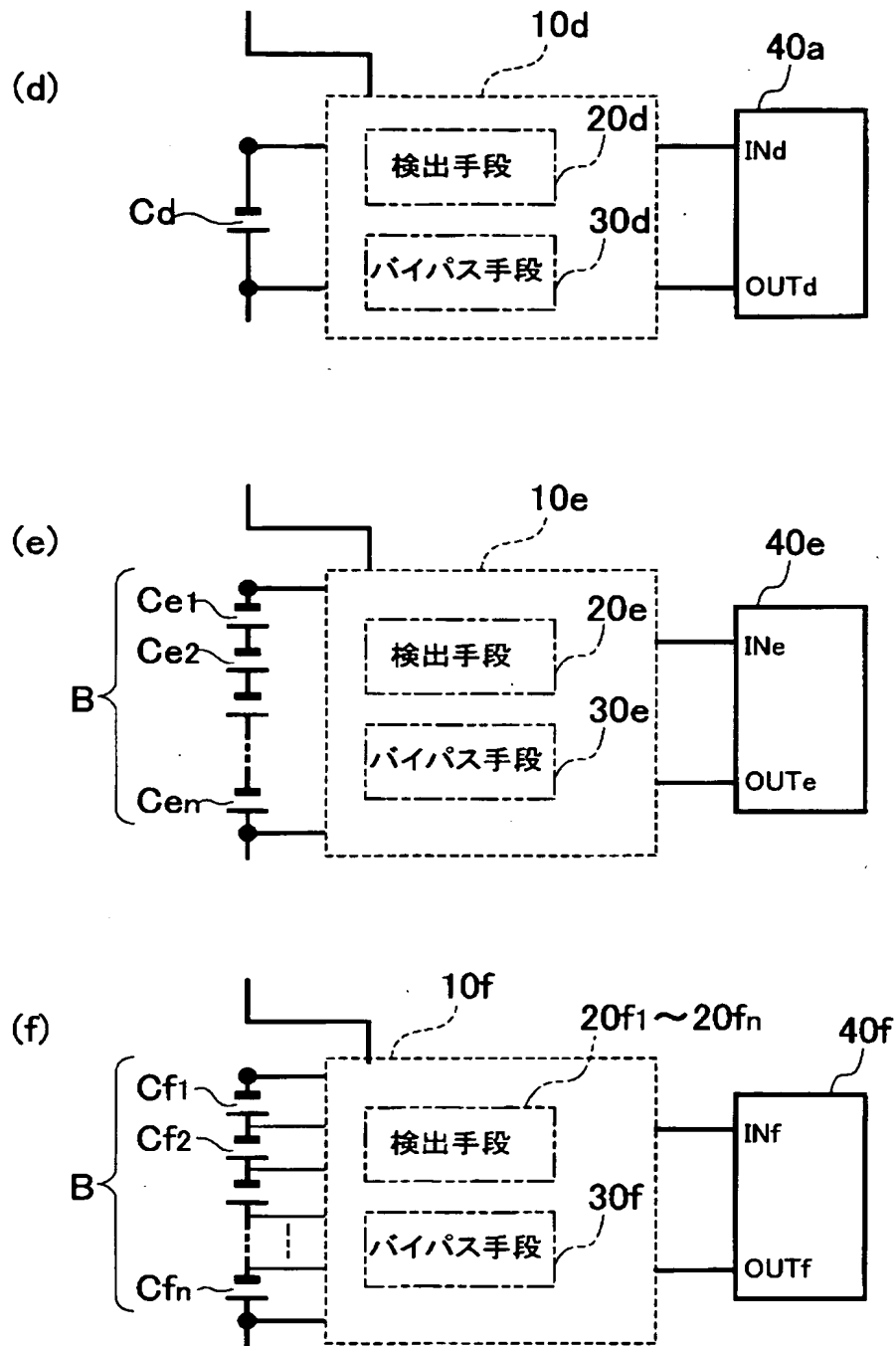
【書類名】

図面

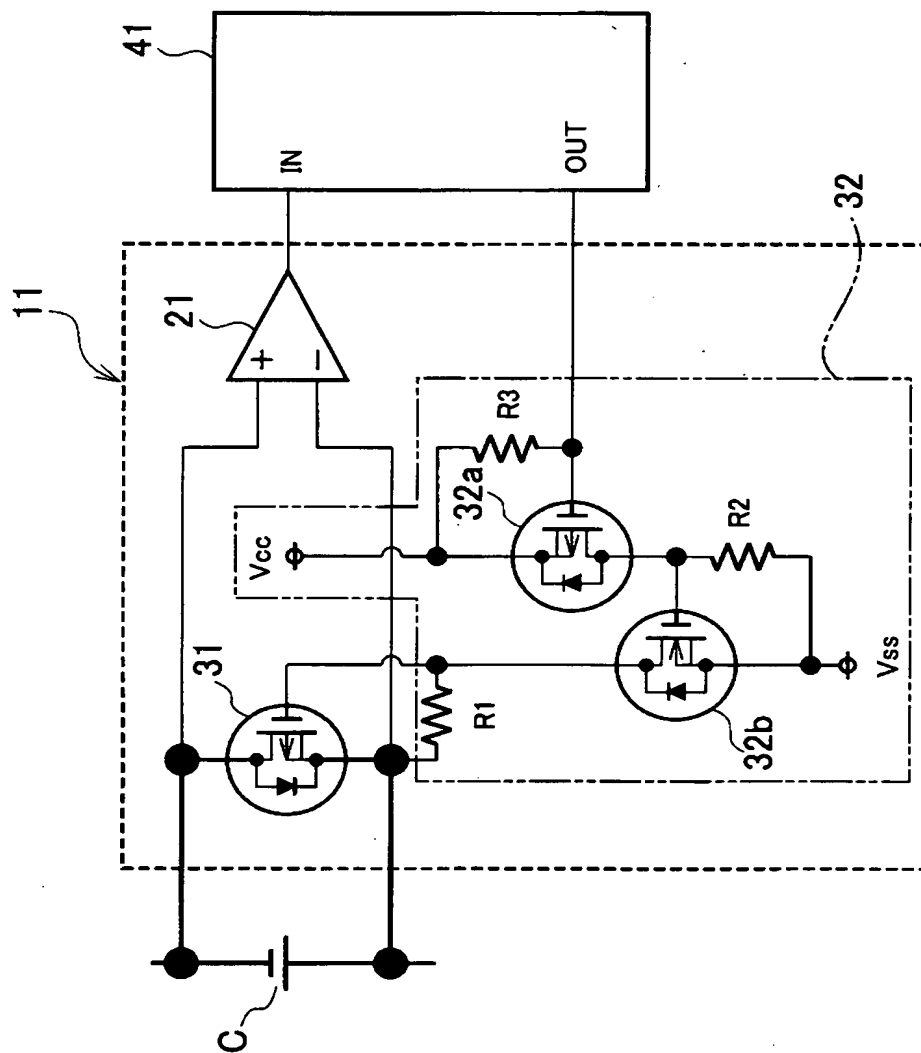
【図 1】



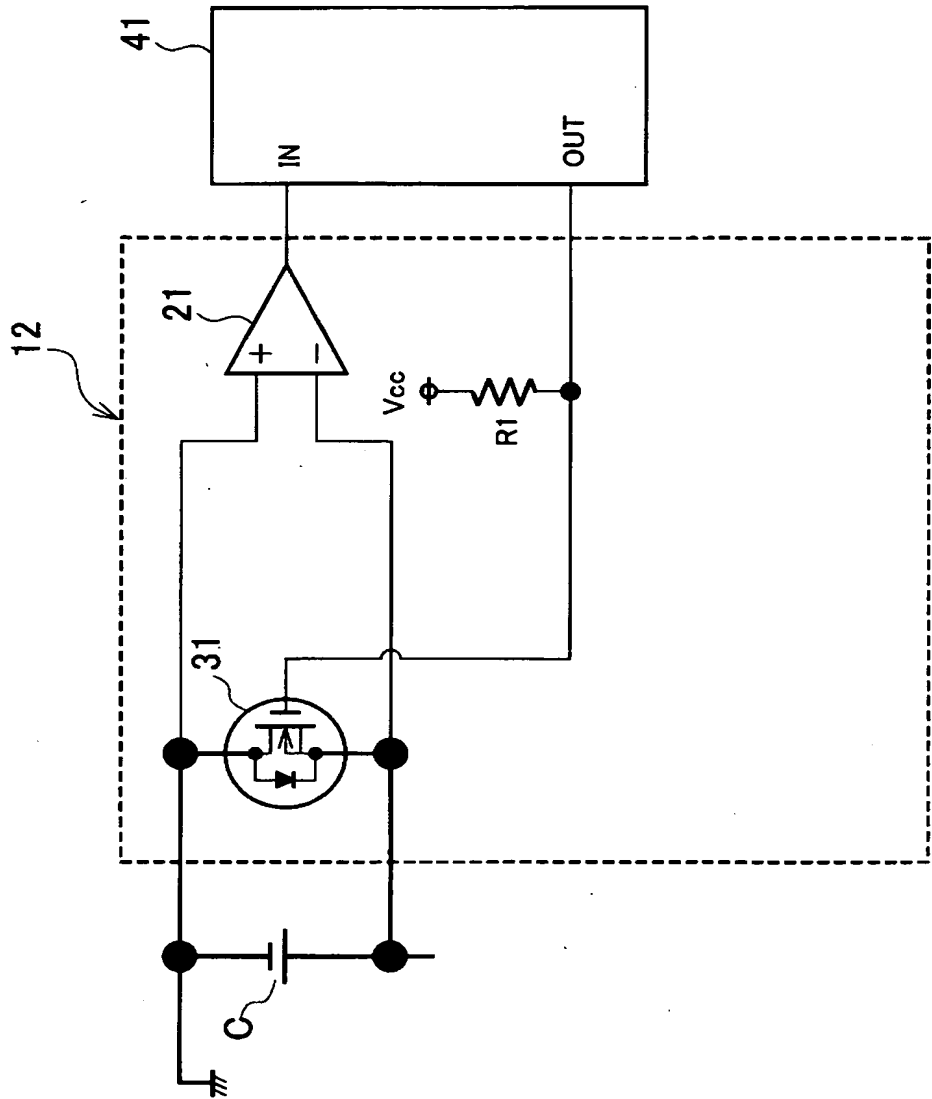
【図 2】



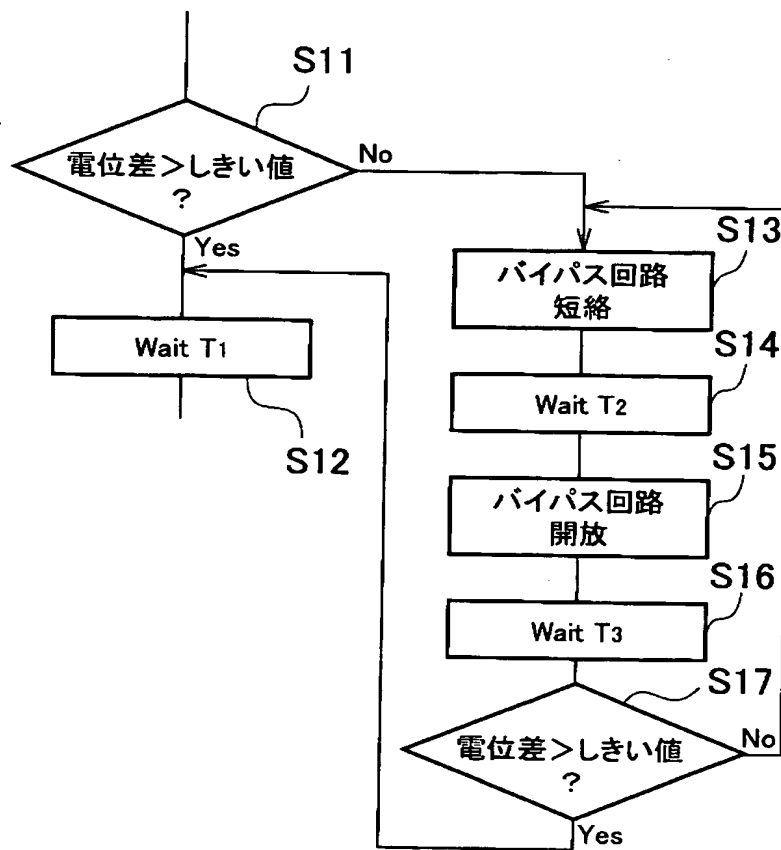
【図 3】



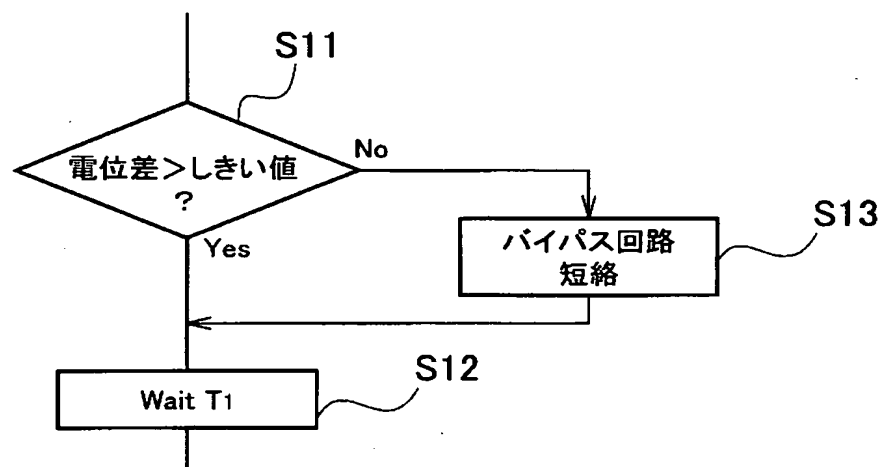
【図 4】



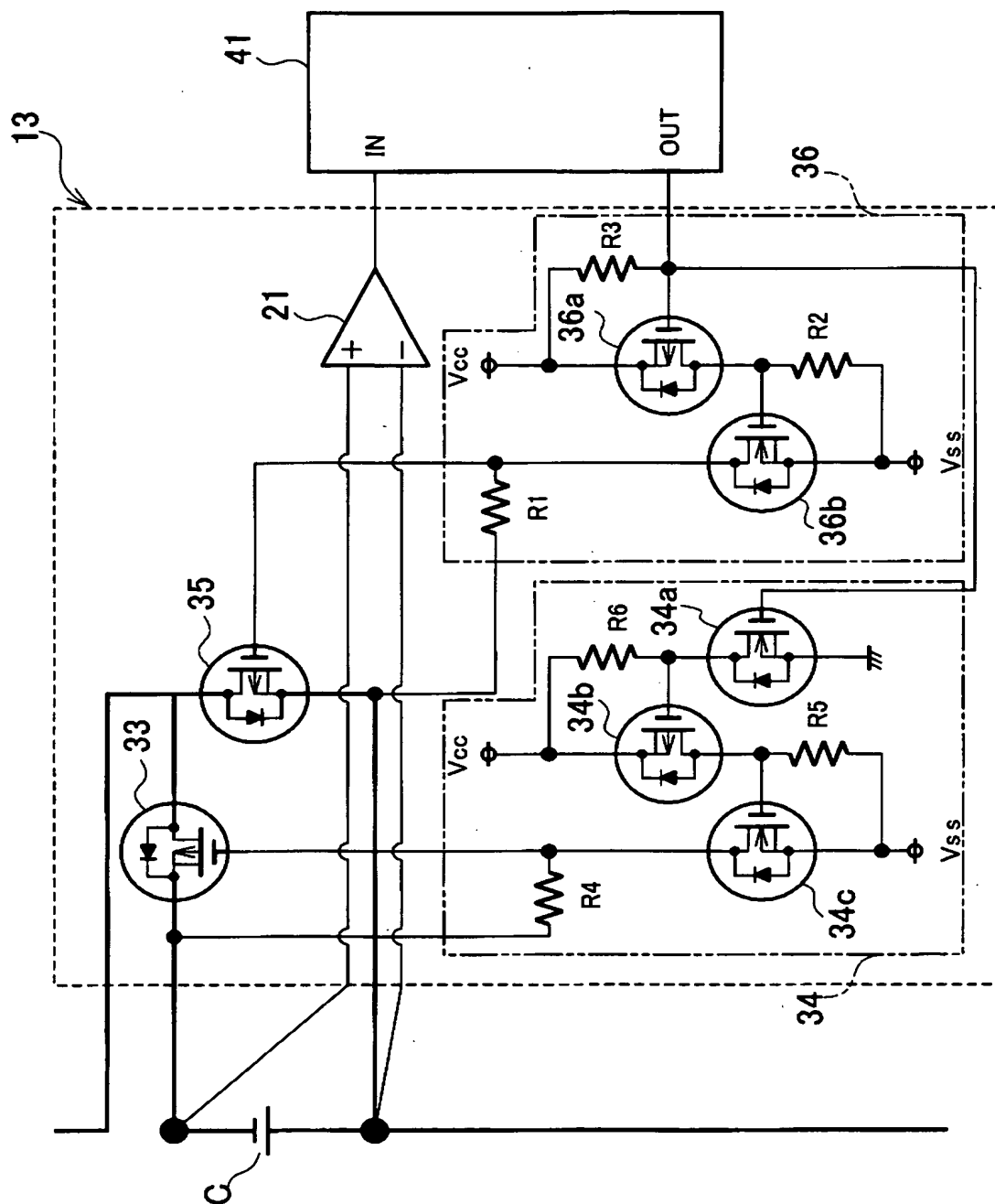
【図 5】



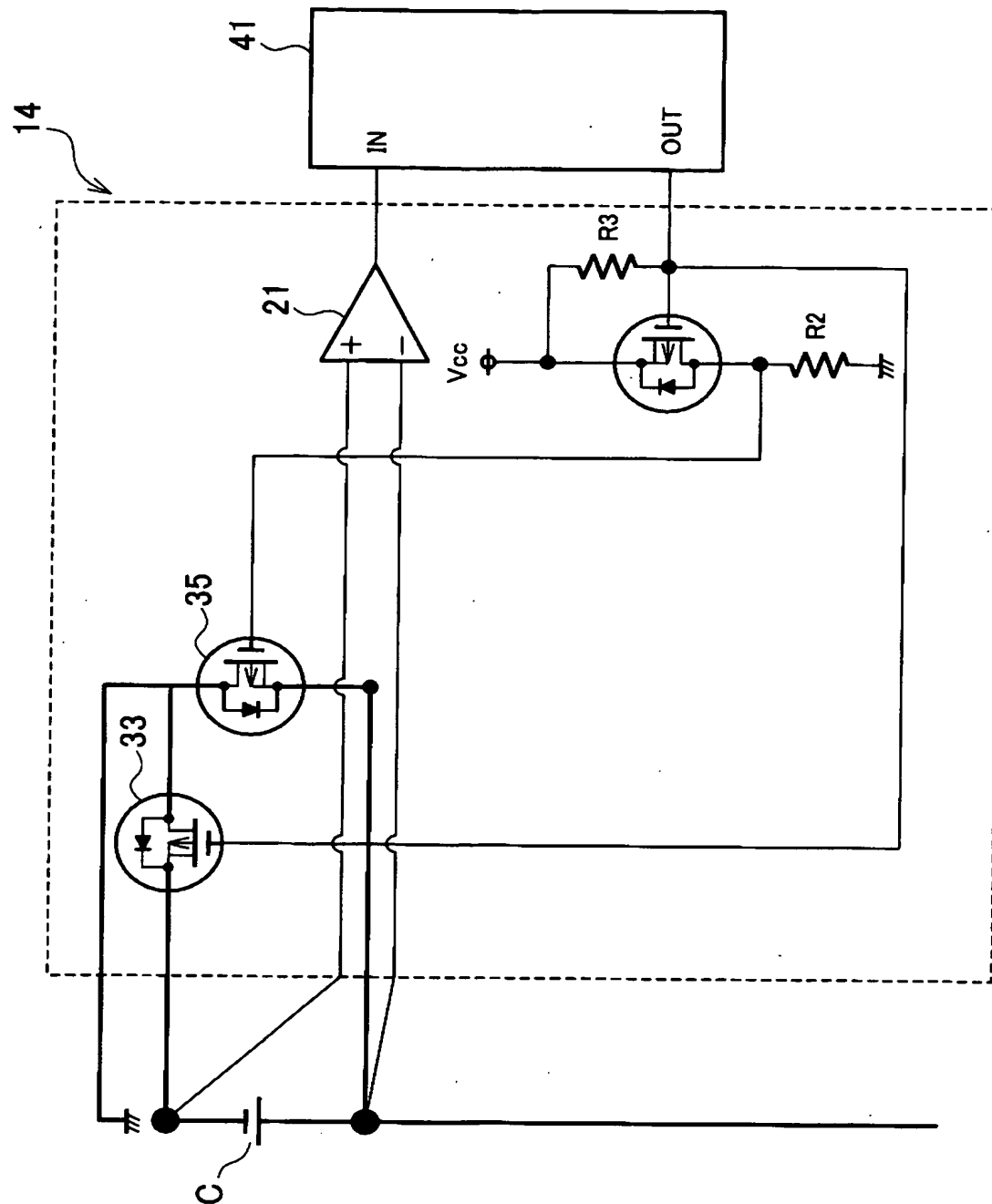
【図 6】



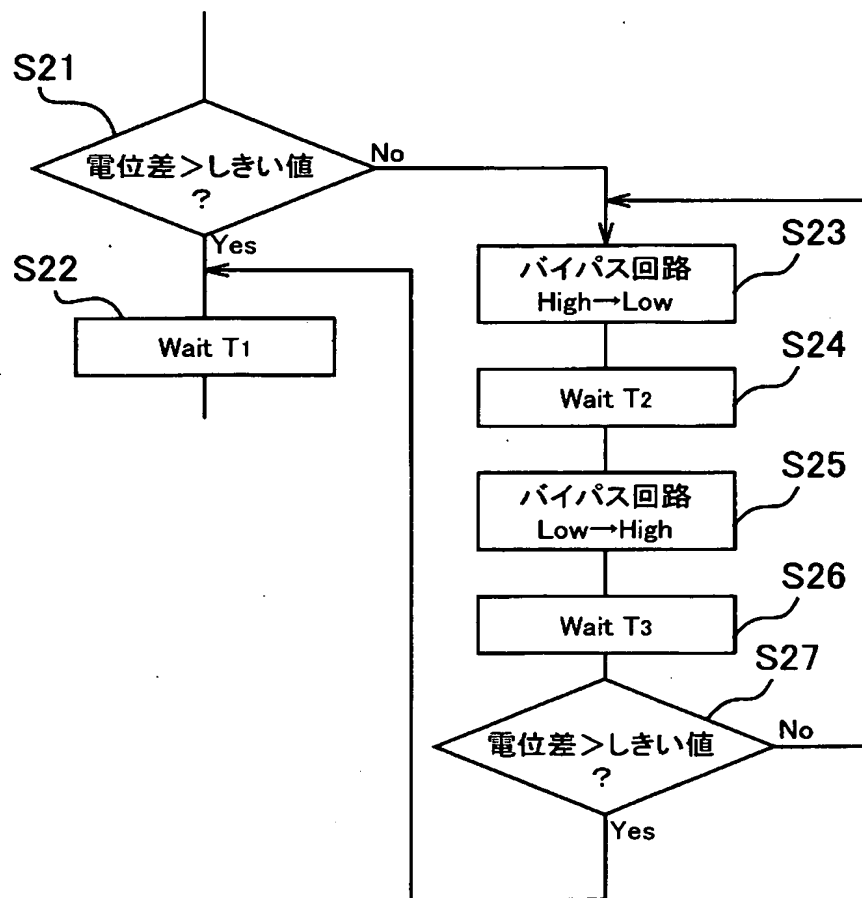
【図 7】



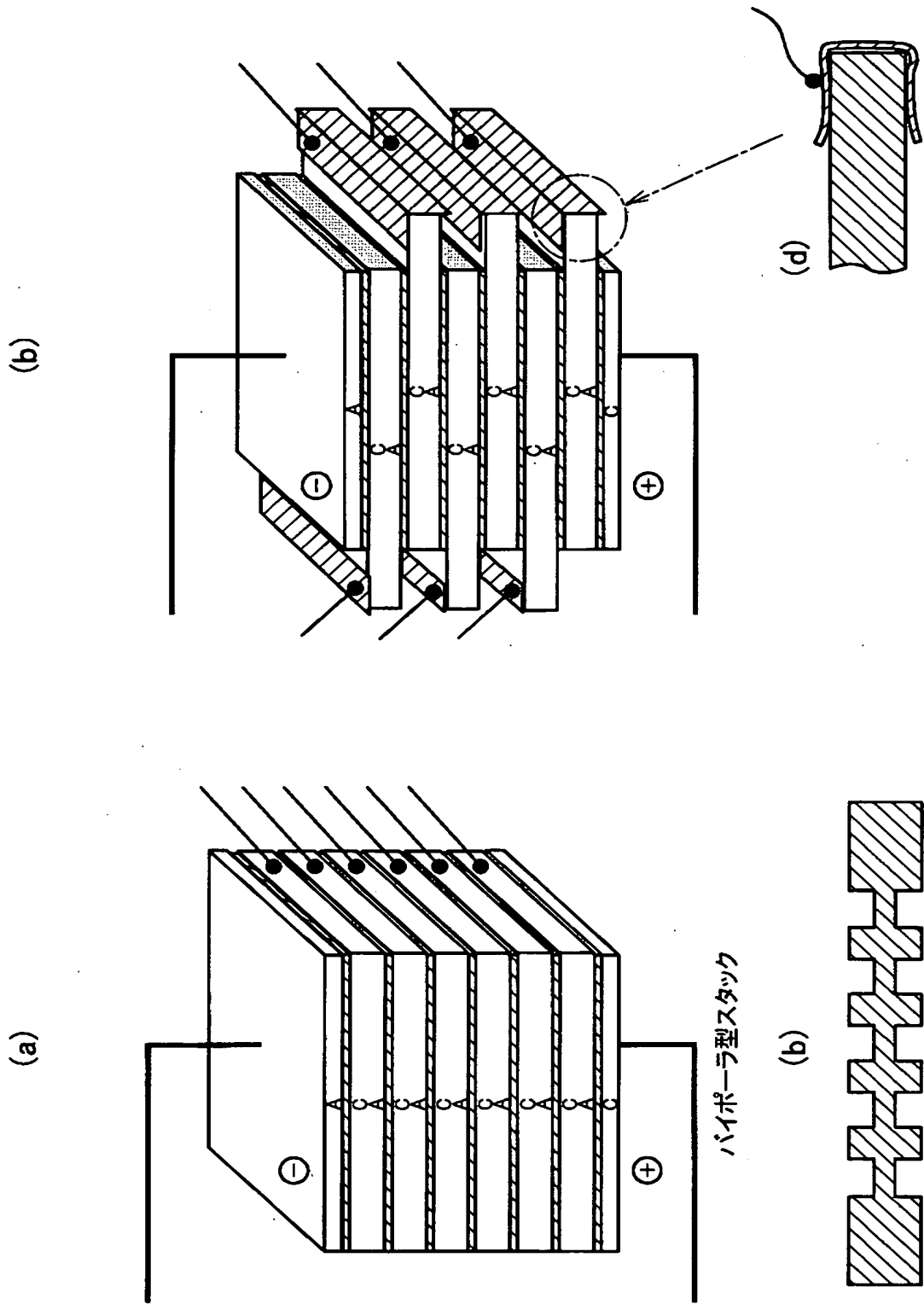
【図 8】



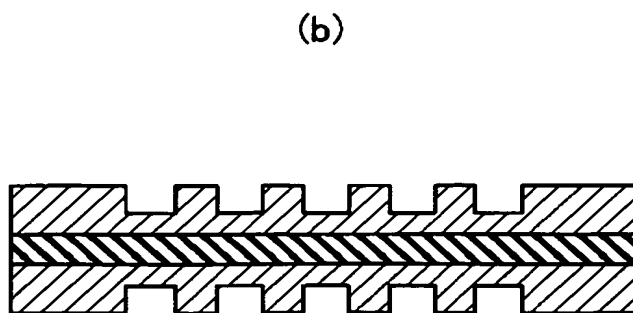
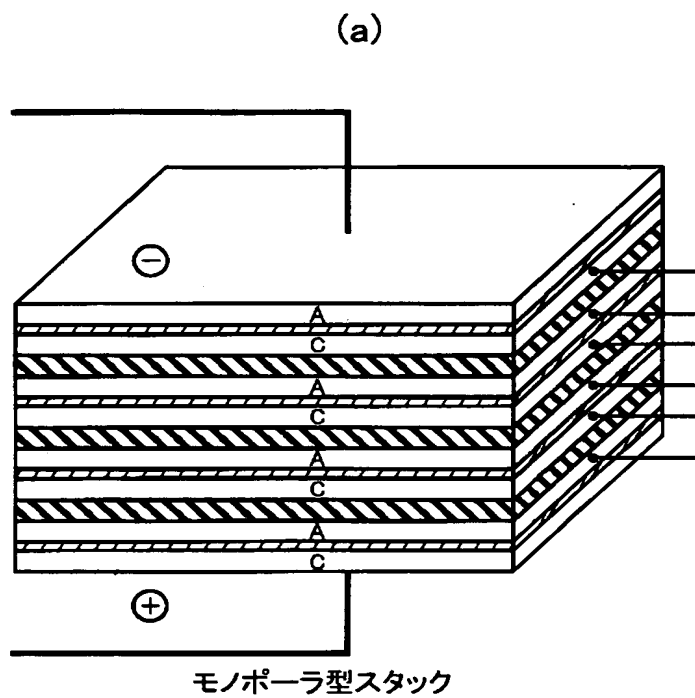
【図 9】



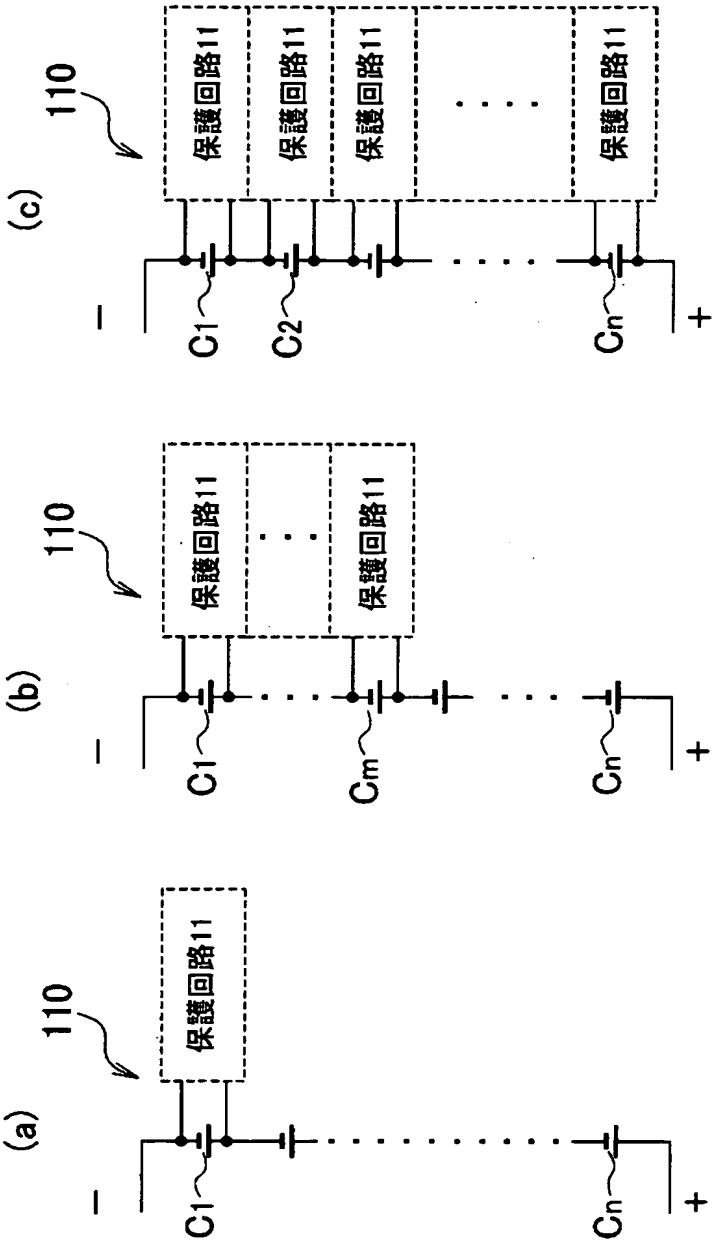
【図 10】



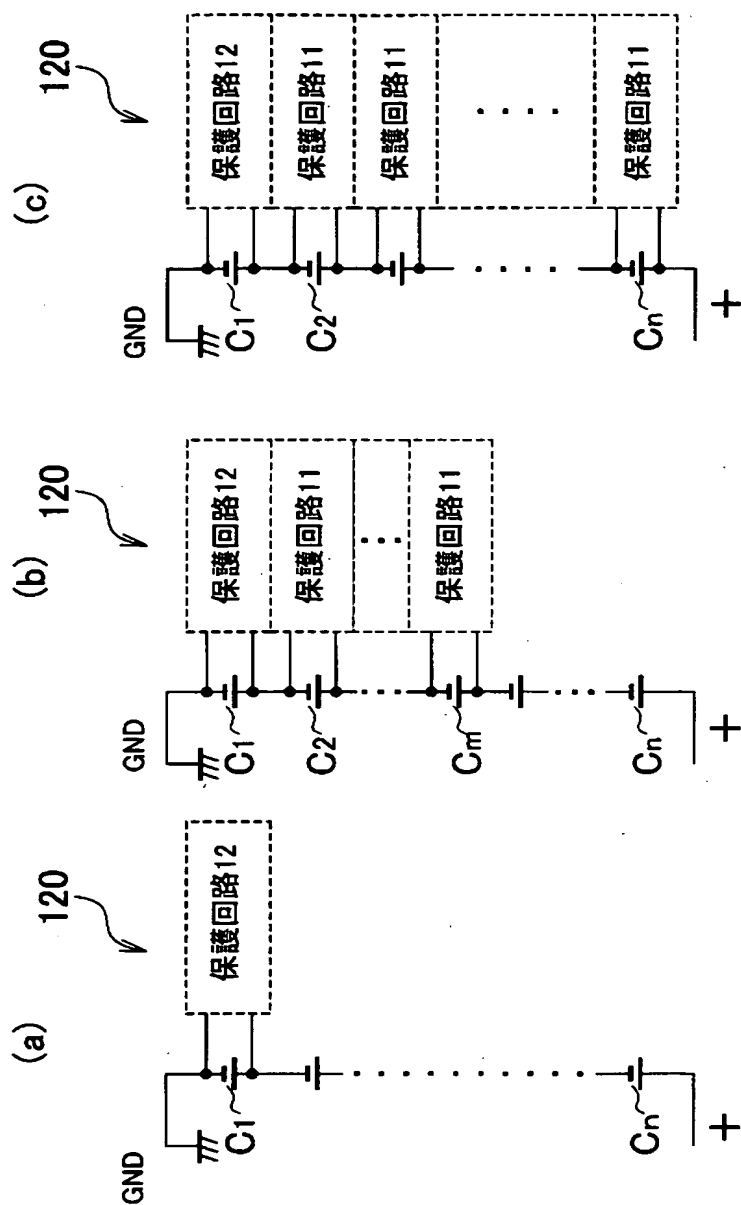
【図 11】



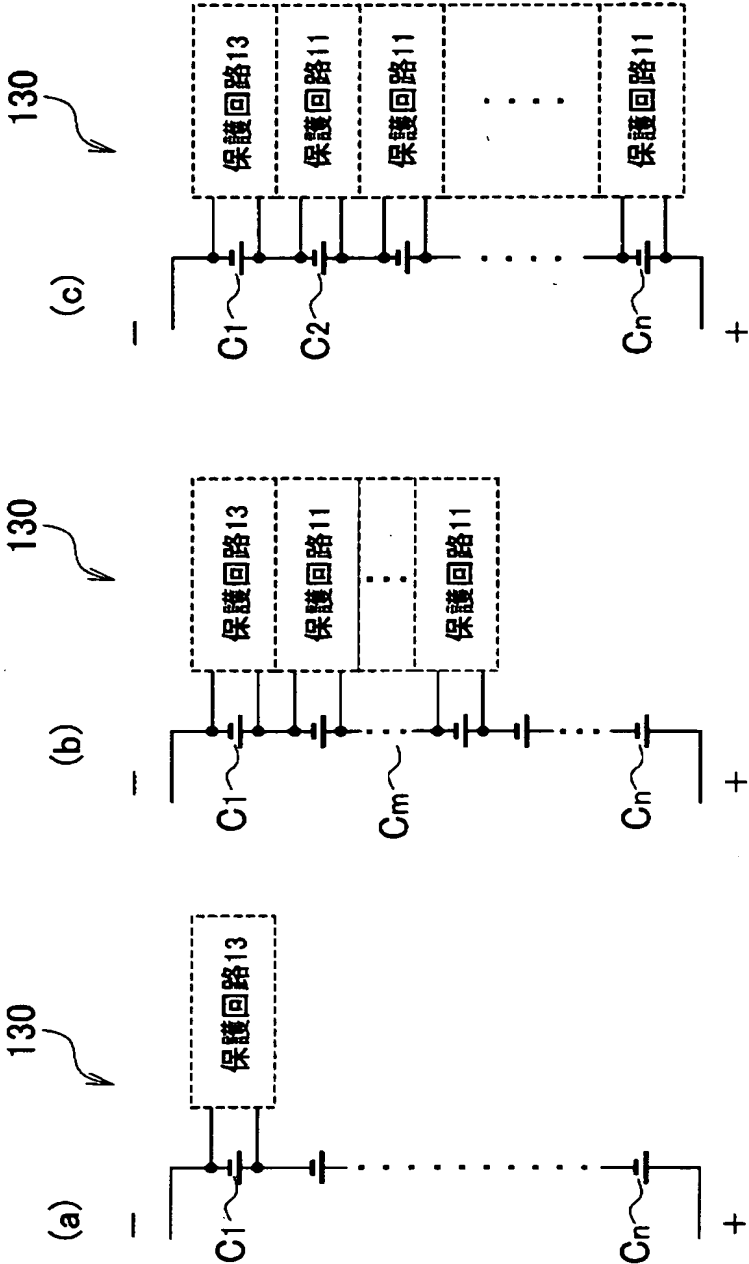
【図 12】



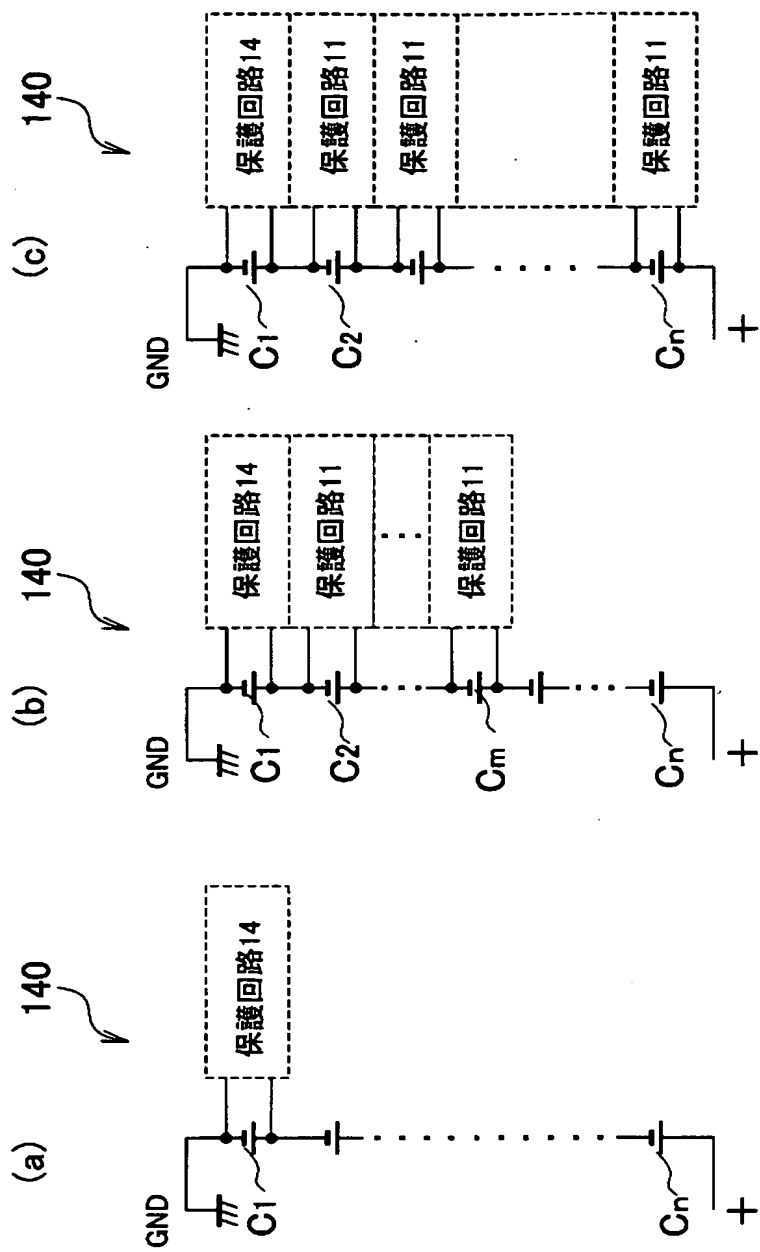
【図 13】



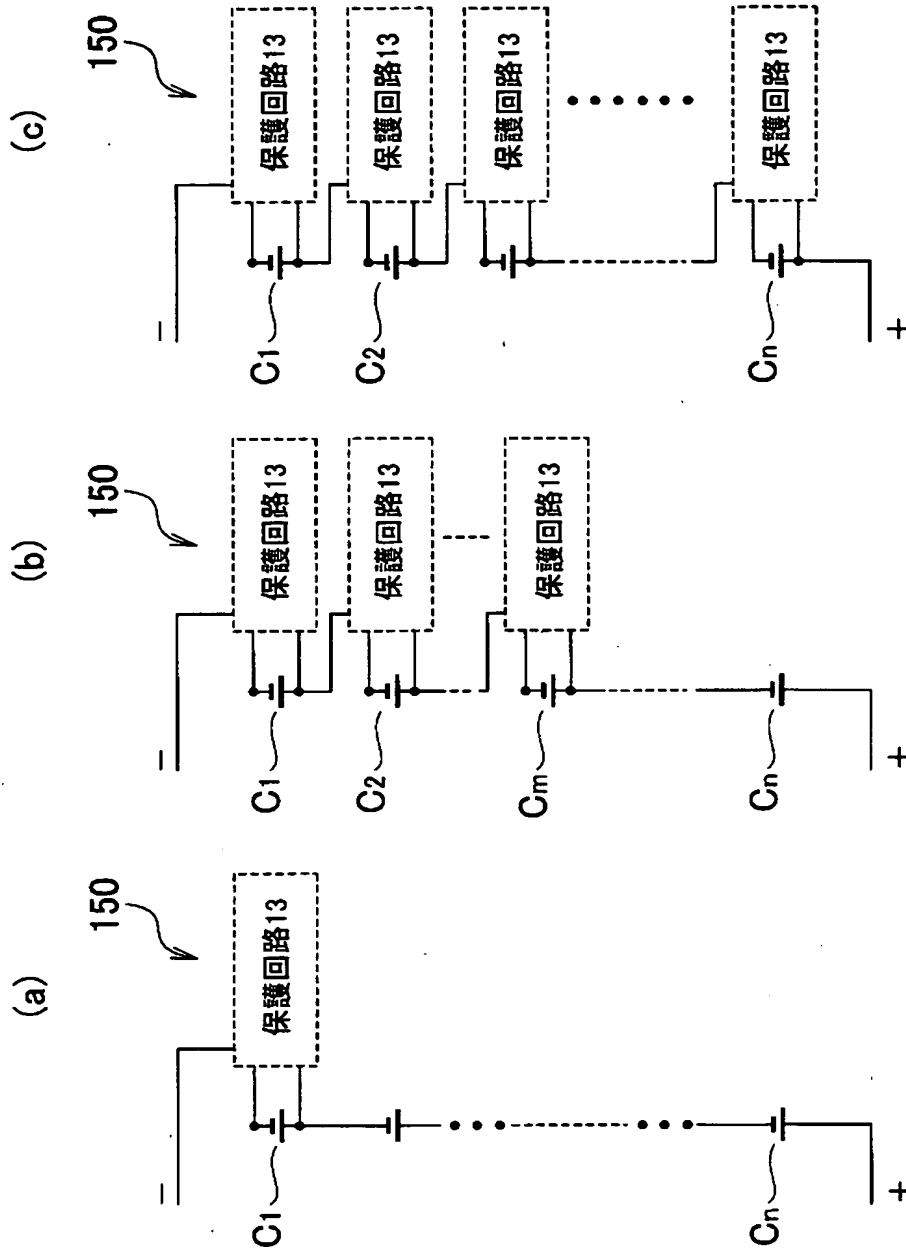
【図 14】



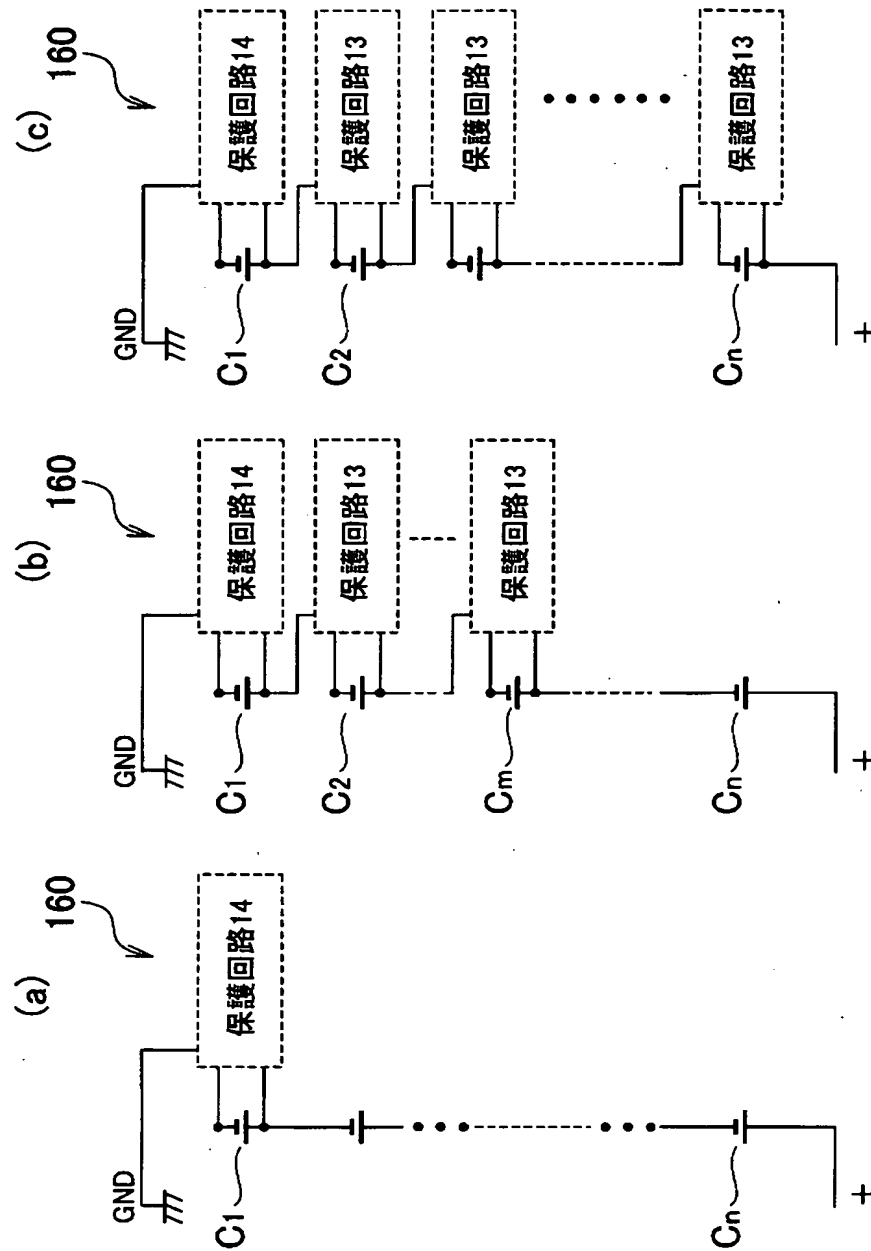
【図 15】



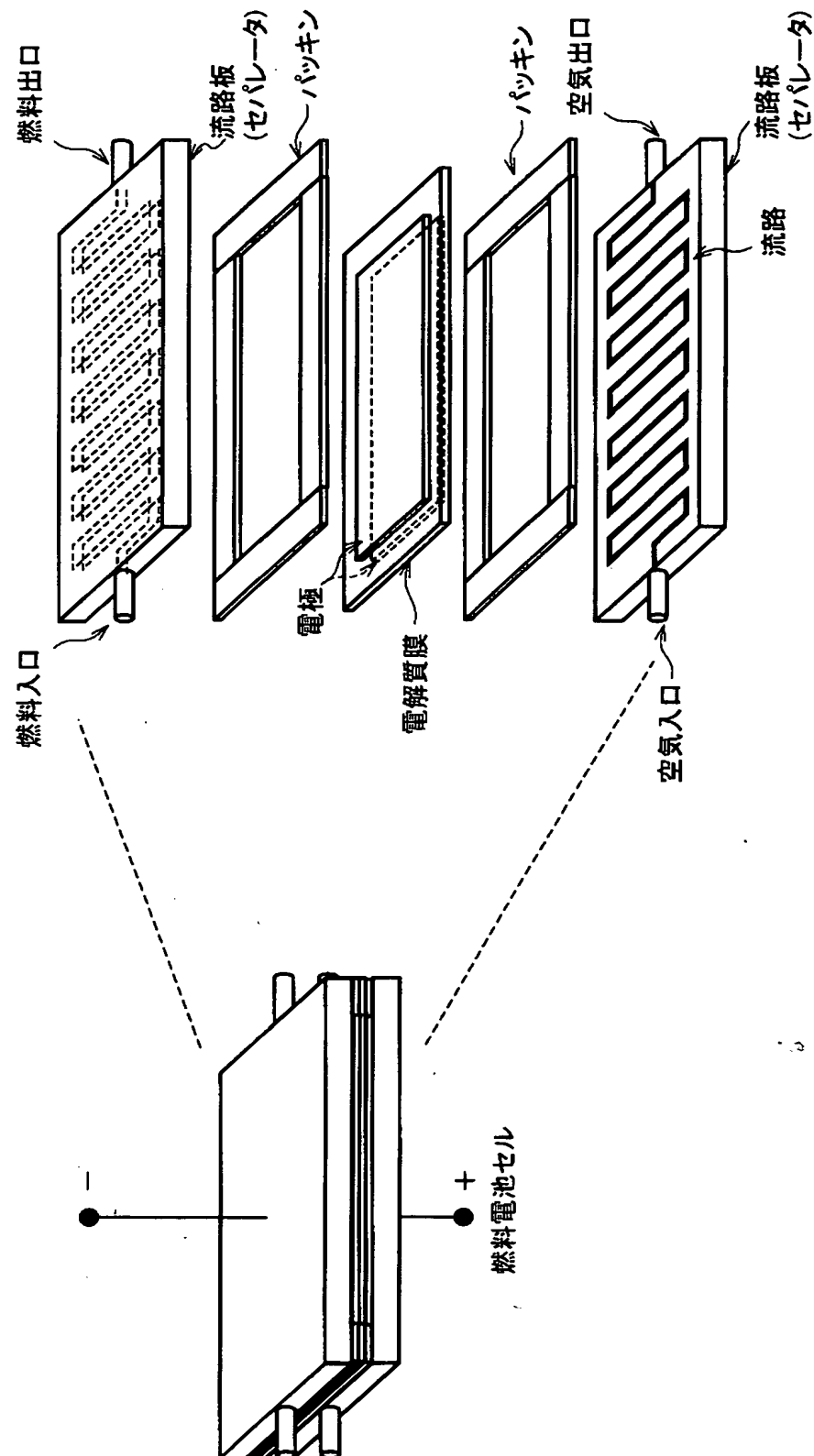
【図 16】



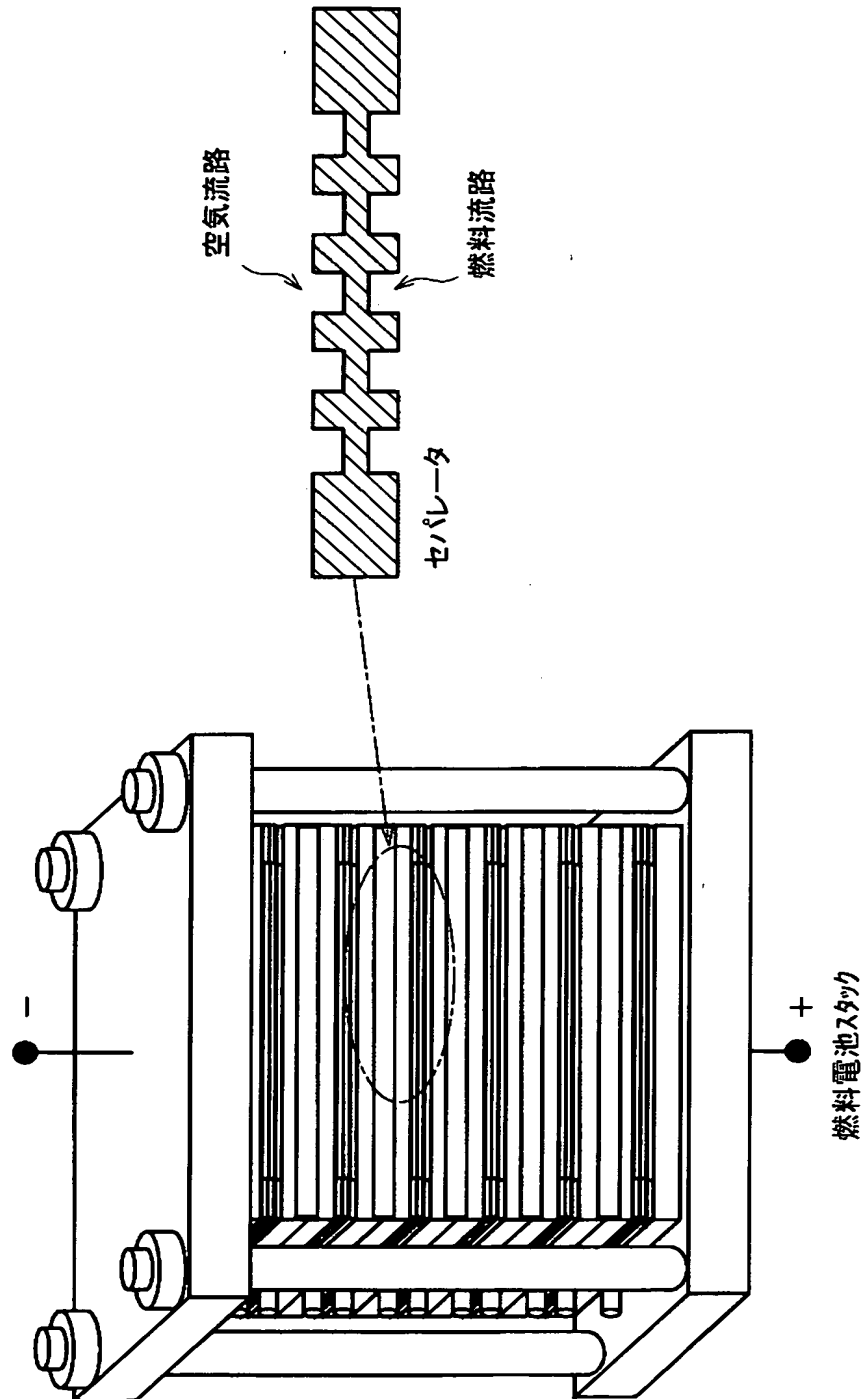
【図 17】



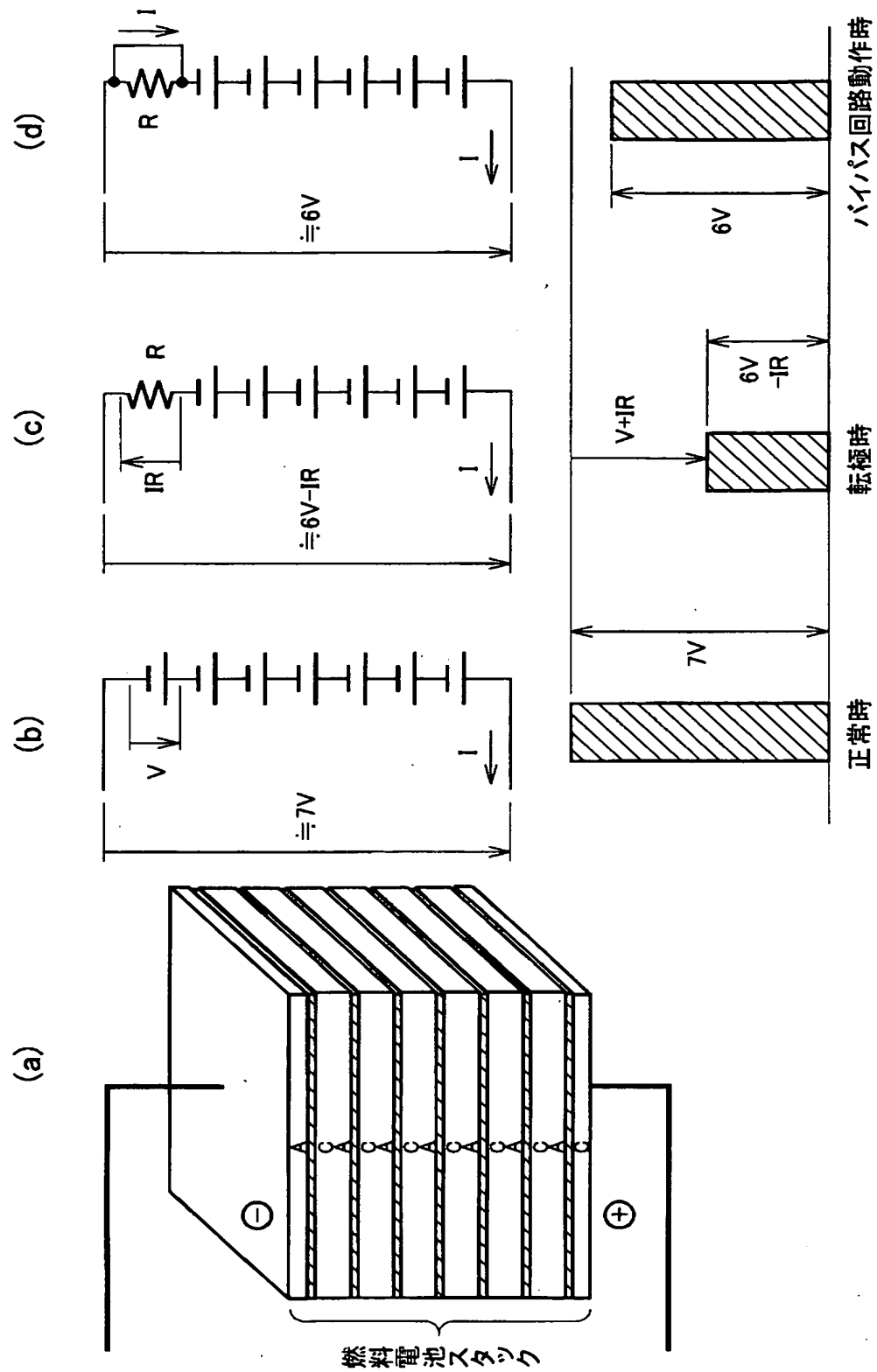
【図 18】



【図 19】



【図 20】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 異常が起きたセルの電極に対してバイパス経路を形成することで、スタックの電流をバイパスさせて異常セルを転極から保護し、それによりMEA（膜・電極接合体）の破損を防ぐ。

【解決手段】 燃料電池保護回路（10）は、燃料電池スタックを構成する多数のセル（C, C, ...）のうち少なくとも1つのセル（C）の電極間の電位差不良を検出する検出手段（20）と、検出手段が電位差不良を検出したとき当該電極のバイパス経路を形成するバイパス手段（30）とを備える。また、燃料電池（110）は、燃料電池スタックを構成するn個のセルのうち、少なくともマイナス側端部電極の単セル（C₁）に燃料電池保護回路（11）を備える。

【選択図】 図1

特願 2003-096423

出願人履歴情報

識別番号

[000003078]

1. 変更年月日 2001年 7月 2日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名 株式会社東芝
2. 変更年月日 2003年 5月 9日
[変更理由] 名称変更
住所変更
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名 株式会社東芝